



PENGARUH VARIASI JENIS ASAM TERHADAP RENDEMEN GELATIN DARI TULANG IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*)

[THE EFFECT OF VARIATION OF THE TYPE OF ACID ON GELATINE YIELD FROM CAKALANG FISH BONE (*Katsuwonus pelamis*)]

Ahmad Ridhay¹, Musafira¹, Nurhaeni¹, Nurakhirawati¹, Nurul Bima Khasanah¹

¹⁾ Jurusan Kimia FMIPA Universitas Tadulako, Palu

Diterima 11 Februari 2016, Disetujui 22 Maret 2016

ABSTRACT

The research about "The Effect of Variation of the Type of Acid on Gelatine Yield from Cakalang Fish Bone (*Katsuwonus pelamis*)". The aim of this research was to determine the higher gelatine rendament using various of type of acid. This research used Completely Randomized Design (CRD), each treatment was done in duplo.

The acid variation in this research were Chloride, Sulphate, Phosphoric, Acetic, Oxalate and Citrate acid respectively. The result showed that the highest rendament was 14,658% at 5% of phosphoric acid. The analysis of the treatment has fulfilled the standard.

Keywords : *Gelatine, Cakalang fish bone, Isolate, Yield*

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang "Pengaruh Variasi Jenis Asam terhadap Rendemen Gelatin Dari Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)". Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui rendemen gelatin tertinggi terhadap variasi jenis asam. Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan diulang 2 kali.

Penelitian tentang gelatin ini diisolasi dari tulang ikan cakalang yang telah direndam dalam variasi larutan HCl, H₂SO₄, H₃PO₄, CH₃COOH, H₂C₂O₄, dan C₆H₈O₇ pada konsentrasi 5% (b/v). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada larutan H₃PO₄ 5% menghasilkan rendemen tertinggi dan analisisnya telah memenuhi standar meliputi kekuatan gel, viskositas, kadar air dan kadar abu, berturut-turut nilainya yaitu 39,6 mm/kg.s; 4,3784 cPs; 6,1576% dan 2,5974%.

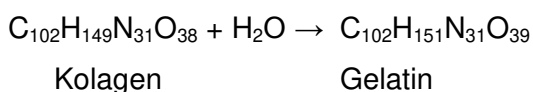
Kata Kunci : *Gelatin, Tulang ikan cakalang, Isolasi, Rendemen*

^{*)}Corresponding Author : ahmadridhay@yahoo.co.id

LATAR BELAKANG

Ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) adalah ikan berukuran sedang dari *familia Skombridae* (tuna) yang bernilai komersial tinggi (Suseno, 2007). Ikan cakalang mempunyai perbandingan rata-rata untuk setiap bagian tubuh yakni : daging putih 1-2%, daging merah 10%, kepala 11-26%, insang 3,3%, isi perut 6,6%, hati 0,9-3,5%, ekor dan sirip 1,5-2,5%, tulang 8,1-11,1% dan kulit 3,8-6,6% (Kizevetter 1993 dalam Garwan 2009). Sekitar 30% dari tulang disusun oleh komponen-komponen organik, dan diantaranya adalah kolagen (Chi *et al.*, 2001).

Hidrolisis kolagen dari tulang hewan dapat menghasilkan salah satu jenis protein konversi berupa gelatin (Zainuddin, 2010), yang terhidrolisis secara parsial terdiri dari campuran rantai polipeptida polidispersi dengan berat molekul lebih dari 30 kDa (Veis, 1964 dan Boran 2010 dalam Dian dkk., 2012). Reaksi yang terjadi adalah :



Penelitian tentang pembuatan gelatin yang diekstrak dari tulang ikan telah banyak dilakukan, seperti tulang ikan tuna, kakap, pari, hiu, gabus, bandeng, nila, cucut, kaci-kaci (Junianto dkk., 2006; Kusumawati dkk., 2008; Kasim, 2013; Irawan dkk., 2012; Wulandari dkk., 2013; Marzuki dkk., 2011; Maryani dkk., 2010; Astawan dan Aviana, 2003; dan Tazwir dkk., 2007).

Penelitian yang dilakukan oleh Irawan dkk., (2012) pada tulang ikan tuna menggunakan asam klorida (HCl) 5% diperoleh rendemen gelatin 19,835%. Penelitian oleh Junianto dkk., (2006) pada tulang ikan tuna menggunakan asam klorida (HCl) 5% diperoleh rendemen gelatin 9,43%. Penelitian oleh Fatimah (2008) pada tulang ikan bandeng menggunakan asam sitrat ($\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$) 9% diperoleh rendemen gelatin 9,74%.

Penelitian oleh Karlina (2010), pada tulang rawan ikan pari menggunakan asam klorida (HCl) 5%, asam fosfat (H_3PO_4) 5% dan asam asetat (CH_3COOH) 5%, diperoleh rendemen gelatin berturut-turut 13,99%; 9,95% dan 1,91%.

Penelitian oleh Mulyani dkk. (2012), pada tulang ikan kakap menggunakan asam klorida (HCl) 3%, asam sulfat (H_2SO_4) 3% dan asam fosfat (H_3PO_4) 3% diperoleh rendemen gelatin berturut-turut $\pm 14\%$; $\pm 11,5\%$ dan $\pm 9,9\%$. Akan tetapi penelitian tentang ekstraksi gelatin dari tulang ikan cakalang dari berbagai variasi jenis asam belum pernah dilakukan. Jika dilihat dari potensinya di Sulawesi Tengah, Ikan cakalang merupakan sumber gelatin dari perairan yang sangat melimpah keberadaannya. Sehingga memiliki potensi besar untuk dijadikan sumber gelatin halal.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Peralatan

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah tulang ikan cakalang, HCl, H_2SO_4 , H_3PO_4 , CH_3COOH , $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$,

C₆H₈O₇, aquadestilata, kertas pH universal, plastik mika, aluminium foil, karet gelang, *handscoon*, kertas saring whatman no.40.

Peralatan yang digunakan yaitu *rotary vacuum evaporator*, penetrometer, waterbath, termometer, tanur, oven, desikator, pHmeter, neraca analitik, pengaduk magnetik, pipa U, karet penghisap, piknometer, penyaring *buchner*, *hot plate*, cawan porselen, cawan petri, saringan, pisau, dan alat-alat gelas yang umum digunakan dalam laboratorium.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Perlakuan yang diterapkan adalah menentukan jenis asam terbaik, yaitu HCl, H₂SO₄, H₃PO₄, CH₃COOH, H₂C₂O₄, C₆H₈O₇, dengan konsentrasi 5%. Setiap perlakuan diulangi 2 kali.

Prosedur Penelitian (Junianto dkk., 2006)

Isolasi Gelatin pada Variasi Jenis Asam

Penelitian ini dilaksanakan secara bertahap yang terdiri dari 4 tahap, yaitu tahap *degreasing*, tahap *demineralisasi*, tahap *ekstracting* dan tahap *drying*.

a). Tahap *Degreasing*

Tulang ikan cakalang dibersihkan dari sisa-sisa daging dan lemak yang masih menempel (*degreasing*) yaitu dengan direndam dalam air panas suhu $\pm 90-100^{\circ}\text{C}$ selama 30 menit sambil diaduk-aduk dan disikat (karena daging ikan cakalang yang sukar lepas). Selanjutnya

tulang ditiriskan dan dipotong kecil-kecil ($\pm 3-5$ cm) untuk memperluas permukaan.

b). Tahap *Demineralisasi*

Bahan baku yang telah bersih itu kemudian direndam dengan larutan asam (HCl, H₂SO₄, H₃PO₄, CH₃COOH, H₂C₂O₄, C₆H₈O₇,) dengan konsentrasi 5% (perbandingan tulang dan larutan asam = 1 : 8) dalam gelas kimia selama 48 jam sampai terbentuk *ossein* (tulang yang lunak). *Ossein* kemudian dicuci dengan menggunakan air mengalir sampai pHnya netral (pH = $\pm 6-7$).

c). Tahap *Ekstraksi*

Ossein yang ber-pH netral tersebut dimasukkan ke dalam beaker glass dan ditambahkan aquadest, perbandingan *ossein* dengan aquadest adalah 1 : 6 (b/b). Setelah itu diekstraksi dalam waterbath pada suhu $80^{\circ}\text{C} - 85^{\circ}\text{C}$ selama 7 jam. Kemudian disaring dengan kertas saring whatman. Hasil saringan dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator*.

d). Tahap *Drying*

Cairan pekat gelatin yang diperoleh dari penguapan dengan *rotary vacuum evaporator* itu dituang ke dalam cawan petri yang dialasi plastik untuk dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam, dan didinginkan dalam desikator. Setelah kering kemudian dihaluskan dan dianalisis.

Uji Kualitas Gelatin

Penentuan Rendemen Gelatin (Marzuki, dkk., 2011)

Diperoleh dari perbandingan berat kering gelatin yang dihasilkan dengan berat

bahan segar (tulang yang telah dicuci bersih). Besarnya rendamen (ekstrak) dapat diperoleh dengan menggunakan rumus :

$$\text{Rendemen gelatin} = \frac{\text{Berat lembaran gelatin}}{\text{Berat tulang ikan cakalang}} \times 100\%$$

Penentuan Kekuatan gel (Modifikasi Zhang et al., 2011 dan Fatimah, 2008)

Larutan gelatin 6,67% dipanaskan pada hot plate dengan suhu 40°C dan diaduk dengan stirer hingga mengembang, lalu suhunya dinaikkan menjadi 45°C selama 30 menit. Kemudian larutan gelatin dimasukan dalam gelas pengukuran dan disimpan pada suhu 10°C selama 18 jam. Kekuatan gel diukur menggunakan penetrometer, dihitung berat beban dan waktu pengujian penetrasi. Kekuatan gel dihitung dengan rumus :

$$\text{Kekuatan gel (mm/g.dt)} = \frac{a \text{ (mm)}}{b \text{ (kg)} \times t \text{ (dt)}}$$

Keterangan :

a = Hasil pengukuran

b = Berat beban

c = waktu pengujian

Penentuan Viskositas (Modifikasi British Standard 757, 1975 dan Dogra & Dogra, 1984)

Larutan gelatin 6,67% didispersikan dengan aquades kemudian diukur viskositasnya. Nilai viskositas dinyatakan dalam satuan centipoise (cPs). Viskositas dihitung dengan rumus :

$$\text{Viskositas} = 0.89 \times \frac{\left(\frac{m_2}{V_2}\right) \times t_2}{\left(\frac{m_1}{V_1}\right) \times t_1}$$

Keterangan :

m1 = Berat aquadest

m2 = Berat larutan gelatin

V1 = Volume aquadest

V2 = Volume larutan gelatin

t1 = Waktu alir aquadest

t2 = Waktu alir larutan gelatin

Penentuan Kadar Air (AOAC, 1995)

Cawan petri dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam, didinginkan dan ditimbang. Sebanyak 5 g sampel dimasukkan ke dalam cawan porselen, lalu dimasukkan ke dalam oven bersuhu 105°C sampai tercapai bobot konstan. Kadar air dihitung berdasarkan rumus :

$$\text{Kadar air gelatin(\%)} = \frac{(B-A)}{\text{Berat gelatin}} \times 100\%$$

Keterangan :

A = b. cawan + sampel kering gelatin (g)

B = b. cawan + sampel basah gelatin (g)

Penentuan Kadar Abu (AOAC, 1995)

Cawan porselen dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam, didinginkan dan ditimbang. Sampel yang telah diuapkan airnya dipindahkan ke cawan porselen dan dimasukkan ke dalam tanur bersuhu 600°C. Proses penguapan dilakukan sampai semua bahan berubah warna menjadi abu-abu, kemudian sampel ditimbang. Kadar abu dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar abu gelatin(\%)} = \frac{\text{Berat Abu}}{\text{Berat gelatin}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen gelatin pada berbagai variasi asam dengan konsentrasi 5% terhadap tulang Ikan Cakalang

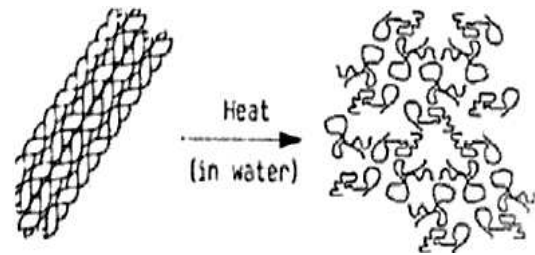
Rendemen merupakan salah satu parameter dan sifat penting dalam pembuatan gelatin. Nilai rendemen yang dihasilkan sangat menentukan efisien dan efektif tidaknya proses ekstraksi bahan baku dalam pembuatan gelatin (Fahrul,

2005). Rendemen gelatin tersebut dihitung berdasarkan berat lembaran gelatin per berat awal tulang ikan cakalang yang telah *didegreasing*.

Tabel 1. Parameter rata-rata gelatin tulang ikan cakalang (berdasarkan variasi jenis asam konsentrasi 5% dengan lama perendaman 48 jam)

Jenis Asam	Parameter				
	Rendemen (%)	Kekuatan gel (mm/kg.s)	Viskositas (cPs)	Kadar air (%)	Kadar abu (%)
HCl 5%	10,687	37,9	5,305	7,946	1,397
H ₂ SO ₄ 5%	8,680	47,3	1,989	5,808	2,348
H ₃ PO ₄ 5%	14,658	39,6	4,379	6,158	2,597
CH ₃ COOH 5%	4,765	33,2	3,710	3,718	2,395
H ₂ C ₂ O ₄ 5%	12,864	39,6	2,246	10,775	1,946
C ₆ H ₈ O ₇ 5%	7,312	47,6	3,089	5,627	1,498
Gelatin pasaran	-	45,5	5,438	6,777	0,979

Berdasarkan tabel 1 diatas dapat dilihat bahwa rendemen tertinggi terdapat pada perendaman H₃PO₄ 5%, sedangkan rendemen terendah dihasilkan pada perendaman CH₃COOH 5%. Hal ini diduga karena jumlah ion H⁺ yang menghidrolisis kolagen tulang ikan cakalang berbeda-beda tergantung jenis asam yang digunakan, semakin banyak ion H⁺ semakin meningkat jumlah rendemen. Hal ini disebabkan oleh adanya proses pengikatan mineral kalsium dalam tulang ikan cakalang sehingga menyebabkan terbebasnya kolagen dalam tulang ikan cakalang. Hal tersebut yang dapat mempermudah proses konversi kolagen menjadi gelatin (Fatimah, 2008), oleh terurainya gulungan *triple helix* menjadi *mono helix*.



Gambar 1. Konversi kolagen menjadi gelatin (David & Baker, 2008)

Pada penelitian yang dilakukan oleh Junianto dkk., (2006), pada tulang ikan tuna menggunakan HCl 5% (perendaman 48 jam, T=90°C, t=7 jam), nilai rendemen yang diperoleh sebesar 9,43%. Rendemen tersebut masih lebih sedikit dibandingkan dengan rendemen penelitian ini. Meskipun cakalang dan tuna masih dalam satu *famili Scombridae*, rendahnya rendemen yang diperoleh Junianto dkk., (2006) dikarenakan semakin banyaknya mineral dalam tulang ikan tuna yang harus diikat oleh larutan asam dibandingkan dengan tulang ikan cakalang, sehingga proses hidrolisis kolagen dalam memecah gulungan *triple helix* dalam tulang ikan tuna menjadi lebih sedikit.

Tabel 2. Spesifikasi Mutu Gelatin untuk Farmasi

Parameter	Kelas Khusus	Mutu Satu	Mutu Kedua	Mutu Ketiga
Kadar air (%)	14,0	14,0	14,0	14,0
Kekuatan gel (bloom)	240	200	160	140
Viskositas (cPs)	4,7	4,2	3,7	3,2
Kadar abu (%)	1,0	1,0	2,0	2,0
pH	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0	5,5-7,0

Sumber: Peranginangin dkk., 2005

Kualitas Gelatin

Sifat umum dan kandungan unsur-unsur mineral tertentu dalam gelatin dapat

digunakan untuk menilai kualitas gelatin dalam standar kualitas gelatin. Sifat fisika, kimia, dan fungsional gelatin merupakan sifat yang sangat menentukan mutu gelatin (Wahyuni, 2003). Sifat yang dapat

dijadikan parameter dalam menentukan kualitas gelatin antara lain adalah rendemen, kekuatan gel, viskositas, kadar air dan kadar abu.

Tabel 3. Persyaratan Kualitas/Mutu Gelatin

Karakteristik	Syarat			
	a	b	c	d
Warna	Tidak berwarna sampai kuning-kuningan pucat	-	-	-
Bau, rasa	Normal	-	-	-
Kadar air	Maks. 16%	-	11,45%	6,68%
Kadar abu	Maks. 3.25%	-	0,3 – 2%	0,033%
Kadar lemak	-	-	0,25%	-
Kadar protein total	-	-	87,26	9,56
Kekuatan gel	-	75 – 300 bloom	50 – 300 bloom	38,72 mm/g.dt
Viskositas	-	2 – 7,5 cPs	6 cPs	-
pH	-	3,8 – 6,0	3,8 – 5,5	-
Tembaga	Maks. 30 mg/kg	-	-	-
Seng	Maks. 100 mg/kg	-	-	-
Sulfit	Maks. 1000 mg/kg	-	-	-
Titik gel	-	-	1,3°C	-
Titik leleh	-	-	16,3°C	71°C
Titik isoelektrik protein	-	-	7 - 9	-

a) Dewan Standarisasi Nasional (SNI), 1995

b) Tourtellote, 1980

c) GMIA, 2012

d) Fatimah, 2008

Kekuatan Gel

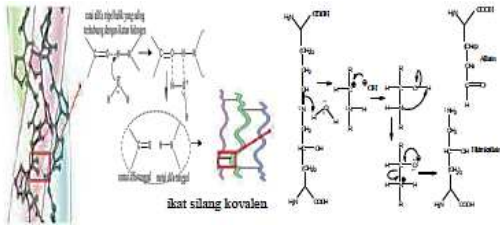
Berdasarkan Tabel 1 bahwa nilai kekuatan gel gelatin tertinggi adalah pada perlakuan CH_3COOH 5%, karena menghasilkan jarak paling pendek, yaitu 33.2 mm/kg.s. Hal tersebut menandakan bahwa pada perlakuan CH_3COOH 5%, jarum penusuknya menembus jarak 33.2 mm per satuan kg.s yang disebabkan oleh semakin kentalnya gel pada perlakuan CH_3COOH 5%. Dimana pengujian penetrasi dapat menunjukkan seberapa

lama waktu penusukkan pada sampel gelatin.

Pada Tabel 1 perlakuan yang menghasilkan kekuatan gel terendah adalah pada $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ diikuti oleh H_2SO_4 . Menurut Puspawati dkk., (2014), rendahnya kekuatan gel gelatin yang dihasilkan mungkin disebabkan oleh perbedaan komposisi asam amino penyusunnya dan distribusi berat molekulnya.

Kekuatan gel dalam penelitian ini jika dibandingkan dengan gelatin pasaran,

pada H_2SO_4 5%, H_3PO_4 5%, CH_3COOH 5% dan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 5% memiliki kekuatan gel yang lebih tinggi dari gelatin pasaran.



Gambar 2. Interaksi molekul air dengan ikatan hidrogen dan ikatan kovalen

Viskositas

Berdasarkan Tabel 1 nilai viskositas gelatin tulang ikan cakalang tertinggi diperoleh pada perendaman HCl 5% yaitu 5,3045 cPs dan viskositas terendah diperoleh pada perendaman H_2SO_4 5% yaitu 1,9894 cPs. Perbedaan viskositas tersebut dikarenakan perbedaan kemampuan jenis asam didalam memutuskan ikatan-ikatan antar molekul. Rendahnya viskositas yang diperoleh, diakibatkan karena pendeknya rantai asam amino yang terkandung didalamnya. Hal ini didukung oleh Chamidah dan Elita (2002), lemahnya ikatan silang akan menyebabkan kolagen mudah terhidrolisis, hidrolisis ini dapat menurunkan berat molekul gelatin yang akan menurunkan viskositas larutan gelatin.

Viskositas dalam penelitian ini jika dibandingkan dengan standar bahan untuk farmasi (Peranginangin dkk., 2005), gelatin tipe A (Toutellote, 1980), GMIA (2001), hanya ada CH_3COOH 5% dan H_3PO_4 5% yang sesuai standar.

Kadar Air

Berdasarkan Tabel 1 nilai kadar air tertinggi terdapat pada gelatin dengan perendaman asam oksalat 5% yakni 10,78% dan nilai kadar air terendah terdapat pada gelatin perendaman asam asetat 5% yakni 3,72%. Perbedaan nilai kadar air gelatin tersebut dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan jenis asam dalam mengisolasi kolagen tulang ikan cakalang menjadi gelatin.

Kadar air dalam gelatin tulang ikan cakalang dalam penelitian ini pada variasi asam telah memenuhi standar yang diperkenankan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 3735 tahun 1995 untuk produk gelatin yaitu maksimum 16%, maupun GMIA maksimum 11,45% dan standar gelatin untuk bahan farmasi (14%).

Kadar Abu

Berdasarkan Tabel 1 bahwa nilai kadar abu tertinggi terdapat pada gelatin perendaman H_3PO_4 5% dan nilai kadar abu terendah terdapat pada gelatin perendaman HCl 5%. Hal ini menunjukkan bahwa pada H_3PO_4 5% proses demineralisasi berlangsung maksimal, karena mampu mendegradasi mineral dalam tulang ikan cakalang paling banyak. Sehingga semakin banyak ikatan peptida dalam kolagen terpotong, menyebabkan semakin besar mineral yang menempel pada ossein dan terlarut di dalam larutan gelatin. Menurut Courts & Johns (1977), pembuatan gelatin secara proses asam dapat mengekstrak komponen non kolagen

dan komponen tersebut terbawa dalam larutan.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Junianto dkk., (2006) pada tulang ikan tuna dengan perendaman HCl 5% diperoleh kadar abu sebesar 1,9%. Nilai tersebut masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian ini pada larutan HCl 5% dan $C_6H_8O_7$ 5%, namun masih lebih rendah jika dibandingkan dengan larutan H_2SO_4 5%, H_3PO_4 5%, CH_3COOH 5% dan $H_2C_2O_4$ 5%.

Kadar abu pada penelitian ini jika dibandingkan dengan nilai kadar abu gelatin dari Dewan Standarisasi Nasional (1995) dan gelatin standar GMIA (2012), hanya ada HCl 5%, $H_2C_2O_4$ 5%, $C_6H_8O_7$ 5%, dan H_3PO_4 5% yang sesuai standar.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa jenis asam yang dapat menghasilkan rendemen gelatin tulang ikan cakalang tertinggi adalah H_3PO_4 5% sebesar 14,66%. Larutan H_3PO_4 5% juga telah memenuhi standar meliputi rerata nilai kekuatan gel 39,6 mm/kg.s; viskositas 4,38 cPs; kadar air 6,16% dan kadar abu 2,60%.

Perlu dilakukan analisis asam amino untuk mengetahui komposisi asam amino, analisis logam berat dan kandungan mikrobiologi dari gelatin tulang ikan cakalang.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih peneliti haturkan kepada DP2M Dikti yang telah membiayai penelitian ini dan kepada laboran Jurusan Kimia FMIPA UNTAD.

DAFTAR PUSTAKA

- Astawan M., Aviana T. 2003. Pengaruh Jenis Larutan Perendaman serta Metode Pengeringan terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Fungsional Gelatin dari Kulit Cucut. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 14 (1): 7-13.
- AOAC (the Association of Official Analytical Chemist). 1995. *Official Methods of Analysis*. Inc, Washington, DC. Chap. 38 : 1-3.
- British Standard 757. 1975. *Sampling and Testing of Gelatin*. In : Imeson. 1992. *Thickening and Gelling Agents*. New York: Academic Press.
- Chamidah A., Elita C. 2002. Pengaruh Proses Pengolahan terhadap Kualitas Gelatin Kulit Ikan Hiu. *Prosiding Seminar Nasional PATPI*. Malang, 30-31 Juli 2002.
- Chi H.L., Anuj S., Yungyung I. 2001. *Review Biomedical Application of Collagen*. *International Journal of Pharmaceutics*.
- Courts A., Johns P. 1977. *Uses of collagen in edible products*. In: Ward, AG. dan Courts, A. (eds.). *The Science and Technology of Gelatin*. Academic Press, New York.
- David W.V.E., Baker MT. 2008. *The Chemistry Animal Glue System* (www.amstelpproducts.nl/.../chemistry.htm). Diakses pada tanggal 14 Maret 2015.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1995. SNI 06-3735-1995. Mutu dan Cara Uji Gelatin. Jakarta: Dewan Standarisasi Nasional.
- Dian PP., Darmawan E., Tjahyono. 2012. *Isolasi dan Sintesis Gelatin Sisik Ikan*

- Kakap Putih (*Lates carcarifer*) Berikatan Silang dengan Teknik Industri Irradiasi Gamma. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 14 (1) : 40-46.
- Dogra S.K., Dogra S. 1984. *Physical Chemistry Through Problems*. Eiley Eastern Limited.
- Fahrul. 2005. *Kajian Ekstraksi Gelatin dari Kulit Ikan Tuna (*Thunnus alalunga*) dan Karakteristiknya sebagai Bahan Baku Industri Farmasi*. [Tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Fatimah D. 2008. *Efektivitas Penggunaan Asam Sitrat dalam Pembuatan Gelatin Tulang Ikan Bandeng (*Chanos-Chanos furskal*)*. [Skripsi]. Malang: Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Malang.
- Garwan R. 2009. *Perkembangan histamin selama proses fermentasi penyimpanan produk bekasang jeroan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*)*. Skripsi Bogor. Fakultas Ilmu Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- GMIA. 2012. *Gelatin Handbook*. Gelatin Manufacturers Institute of America.
- Irawan D.M., Kristiana I., Aditia MAS. 2012. *Studi Perbandingan Kualitas Gelatin dari Limbah Kulit Ikan Tuna (*Thunnus spp.*), Kulit Ikan Pari (*Dasyatis sp.*) dan Tulang Ikan Hiu (*Carcarias sp.*) sebagai Alternatif Penyedia Gelatin Halal*. Laporan PKMP. Malang: Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya.
- Junianto K., Haetami, Ine M. 2006. *Produksi Gelatin dari Tulang Ikan dan Pemanfaatannya sebagai Bahan Dasar Pembuatan Cangkang Kapsul*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing tahun I. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran.
- Karlina IR., Atmaja L. 2010. *Ekstrak Gelatin dari Tulang Rawan Ikan Pari (*Himantura gerrardi*) pada Variasi Larutan Asam untuk Perendaman*. Prosiding Skripsi Semester Gasal 2009/2010. Surabaya: Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Kasim S. 2013. Pengaruh Variasi Jenis Pelarut Asam pada Ekstraksi Kolagen dari Ikan Pari (*Himantura gerrardi*) dan Ikan Tuna (*Thunnus sp.*). *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 17 (2) : 35-38.
- Kusumawati R., Tazwir, Mawasto A. 2008. *Pengaruh Perendaman dalam Asam Klorida terhadap Kualitas Gelatin Tulang Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*)*. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 3 (1).
- Maryani T., Surti, Ibrahim R. 2010. Aplikasi Gelatin Tulang Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) terhadap Mutu Permen Jelly. *Jurnal Saintek Perikanan*. 6 (1) : 62-70.
- Marzuki A., Pakki E., Zulfikar F. 2011. Ekstraksi dan Penggunaan Gelatin dari Limbah Tulang Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) sebagai Emulgator dalam Formulasi Sediaan Emulsi. *Majalah Farmasi dan Farmakolog*. 15 (2) : 63-68.
- Mulyani T., Sudaryati, Rahmawati SF. 2012. *Hidrolisis Gelatin Tulang Ikan Kakap menggunakan Larutan Asam*. Program Studi Teknologi Pangan, FTI UPN "Veteran" Jatim. Surabaya (<http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/rekapangan/article/view/406>). Diakses pada tanggal 17 april 2015.
- Peranginangin, R., A.S. Mulyasari dan Tazwir. 2005. Karakterisasi Mutu Gelatin yang diproduksi dari Tulang Ikan Patin (*Pangsius hypophthalmus*) Secara Ekstraksi Asam. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* (<http://isjd.pdii.lipi.go.id/index.php/search.html?act=tampil&id=47247&idc=3>

- 3). Diakses pada tanggal 17 april 2015.
- Puspawati NM., Simpen IN., Suciptawati NLP. 2014. *Karakteristik Sifat Fisiko Kimia Gelatin Halal yang Diekstrak dari Kulit Ayam Boiler melalui Variasi Suhu*. [Skripsi]. Udayana: Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Udayana.
- Suseno. 2007. *Menuju Perikanan Berkelanjutan*. Jakarta: Cidesindo.
- Tazwir D.L., Ayudianti, Peranginangin R. 2007. Optimasi Pembuatan Gelatin dari Tulang Ikan Kaci-Kaci (*Plectorhynchus chaetodonoides lac.*) Menggunakan Berbagai Konsentrasi Asam dan Waktu Ekstraksi. *Jurnal Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 2(1): 35-43.
- Tourtellotte, P. 1980. *Gelatin di dalam Encyclopedia of Science and Technology*. NewYork: McGraw-Hill Book Co.
- Wahyuni M., Rosmawati. 2003. Perbaikan Daya Saing Industri Pengolahan Perikanan Melalui Pemanfaatan Limbah Non Ekonomis Ikan Menjadi Gelatin. Departemen Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia (<http://www.dkp.go.id>). Diakses pada tanggal 14 Maret 2015.
- Wulandari A., Supriadi, Purwanto B. 2013. *Pengaruh Defatting dan Suhu Ekstraksi terhadap Karakteristik Fisik Gelatin Tulang Ikan Gabus (Channa striata)*. *Fishtech*. 2(1): 31-45.
- Zainuddin I. 2010. *Pembuatan Gelatin Lembaran (Leaves Gelatine) dari Kulit Ikan. Laporan Akhir Program Insentif Percepatan Difusi Dan Pemanfaatan Iptek*. Jakarta Pusat : Bidang Fokus Ketahanan Pangan. Deputi Bidang Teknologi Agroindustri Dan Bioteknologi Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi.
- Zhang, Shiyong Xu, Zhang Wang. 2011. *Pre-treatment optimization and properties of gelatin from freshwater fish scales*. *J. Food and Bioproducts Processing*. 89(3): 185-193.